Revista CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 36, No. Especial, 2005

# Equipo Médico para Técnicas de Potenciales Evocados y Electroneuromiografía

**Lidia Charroó, Tania Aznielle, Annette Suárez, Jorge L. De Armas, Rebeca Hernández, Osvaldo Reyes, Manuel Sánchez, Raúl Morgalo, Marcos González, Ernesto Rodríguez, Ricardo Gil.**

Centro de Neurociencias de Cuba

**RESUMEN**: Las técnicas neurofisiológicas permiten la evaluación del estado funcional del Sistema Nervioso. Para su realización se hace imprescindible disponer de equipos médicos de alta tecnología que permitan el registro y análisis de estos tipos de señales. Hoy en día en el mercado internacional existe una gran variedad de estos equipos, procedentes de diferentes casas comerciales. Entre ellos se encuentra el Electromiógrafo NEURONICA, el primer equipo de su tipo desarrollado en nuestro país por el Centro de Neurociencias de Cuba y comercializado por la empresa NEURONIC S.A., el cual resulta objeto de nuestro análisis. Tras la lectura de varios artículos, así como de otros documentos que sobre el Electromiógrafo NEURONICA se han emitido, y contando con la experiencia de haber trabajar con este equipo, es inevitable realizar varias consideraciones ajustándonos a los aspectos que se destacan de éste: sus características técnicas, prestaciones, valor en la práctica médica y las investigaciones, así como su comercialización. Como resultado de este análisis se obtuvo la presente reseña. Para cualquier técnico o profesional que se interese por las técnicas neurofisiológicas, en particular por los Potenciales Evocados y las técnicas de Electroneuromiografía, dispone aquí de un documento donde se han recopilado los resultados del trabajo de muchos especialistas con el Electromiografo NEURONICA, desde su primera versión en la década de los 80 del pasado siglo (Neuronica 2) hasta la actual versión (Neuronica 5). La asimilación de estas y otras modernas técnicas facilitan la valoración integral de los pacientes atendidos en las unidades de salud, y es sin lugar a dudas un paso imprescindible hacia la elevación de la salud de la población, y con ello de la calidad de vida en cualquier país del mundo.

**ABSTRACT**: The neurophysiologic technniques allow the evaluation of the functional state of the Nervous System. For it accomplishment, it becomes indispensable to have medical equipments of high technology that allow the record and analysis of these types of signs. Today in day on the international market there is a great variety of these equipments, proceeding from different companies. NEURONICA, the first electromyograph developed in our country by Cuban Neuroscience Center, is one of them. This equipment is commercialized by NEURONIC S.A. company and it becomes in object of our analysis. After the reading of several articles, as well as other documents about NEURONICA Electromyograph, and with the experience of working with this equipment, it is inevitable to highlight some aspects: its technical characteristics, its performance, its value in medical practice and in investigations, as well as its marketing. As a consequence of this analysis the present review was obtained. For any technician or professional that be interested in neurophysiologic techniques, particularly in Evoked Potentials and Electroneuromyography techniques, have here a document where the work results of many specialists with NEURONICA Electromyograph have been compiled, since its first version in 80's decade of last century (Neuronica 2) up to the current version (Neuronica 5).
The assimilation of these and other modern techniques facilitate the integral evaluation of the patients attended in the units of health, and is without place to doubts an indispensable step toward the elevation of the health of the population, and with it of the quality of life in any country of the world.

**Palabras Clave**: Neuronica, Electromiógrafo, Potenciales Evocados, Electroneuromiografía

**Key words**: Neuronica, Electromyograph, Evoked Potentials, Electroneuromyography

## INTRODUCCIÓN

La asimilación de las más modernas técnicas que facilitan la valoración integral de los pacientes atendidos en las unidades de salud es un paso imprescindible hacia la elevación de la salud de la población, y con ello de la calidad de vida en cualquier país del mundo. En este sentido, las técnicas neurofisiológicas forman parte del arsenal de exámenes complementarios que existen para la exploración del Sistema Nervioso (SN), pero a diferencia de otras tan modernas y útiles como la Tomografía Axial Computarizada y la Resonancia Magnética, las neurofisiológicas resultan técnicas no invasivas, de fácil utilización y menos costosas que las anteriores.

Las técnicas neurofisiológicas permiten la evaluación del estado funcional del SN Central y Periférico, siendo de gran utilidad en el estudio de los pacientes que por diferentes patologías asisten a las consultas de Neurología, Neurocirugía, Medicina Física y Rehabilitación, Ortopedia, Oftalmología, Otorrinolaringología, Psiquiatría, etc. Para ello es necesario la creación de laboratorios de Neurofisiolgía Clínica o la modernización tecnológica de los existentes. Los electroencefalógrafos y electromiógrafos son parte de los equipos que permiten realizar dicha evaluación funcional, siendo este último de propósito específico para la exploración del aparato neuromuscular y las vías sensoriales (visuales, auditivas y somestésica) a través de las técnicas de Electroneuromiografía y Potenciales Evocados, respectivamente.

Estas técnicas son usadas como una extensión del examen neurológico, siendo de inestimable valor para el diagnóstico clínico.[1] Una de las principales causas de solicitud de estas exploraciones es la evaluación de los pacientes en los que se sospecha un Síndrome del Túnel del Carpo[2,3] y en pacientes afectados por Enfermedades Desmielinizantes,[4,5] por solo citar dos ejemplos muy característicos del empleo de las técnicas de Electroneuromiografía y Potenciales Evocados, respectivamente. Estas técnicas, además de contribuir al diagnóstico, pueden ayudar a determinar el pronóstico y servir de guía en el tratamiento de los pacientes.

Otro importante campo de aplicación de estas técnicas lo constituye el monitoreo quirúrgico, especialmente utilizando los Potenciales Evocados Somatosensoriales durante las intervenciones quirúrgicas de columna lumbosacra.[1,6] Aunque hoy en día aún no está generalizado el uso de los Potenciales Evocados como técnicas electrofisiológicas para el monitoreo quirúrgico, deben ser considerados de uso prácticamente obligatorio en las operaciones cuya zona de abordaje esté cercana a trayectos nerviosos. De esta manera se evitan secuelas por lesiones indeseables que pueden causarse a los nervios, por ejemplo en operaciones en el territorio del nervio facial.

Para la realización de los Potenciales Evocados y de las diferentes técnicas Electroneuromiográficas se hace imprescindible disponer de equipos médicos de alta tecnología para el registro y análisis de estos tipos de señales. Hoy en día en el mercado internacional existe una gran variedad de estos electromiógrafos procedentes de diferentes casas comerciales (Nihon Kohden, NICOLET, DANTEC, etc.), y entre ellos se encuentra el Electromiógrafo NEURONICA, el primer equipo de su tipo desarrollado en nuestro país por el Centro de Neurociencias de Cuba, el cual resulta objeto de nuestro análisis.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Cada una de las versiones del Electromiógrafo NEURONICA cuenta con un sólido hardware con los más modernos dispositivos electrónicos para la adquisición de señales electrofisiológicas, teniendo en cuenta el momento en que cada versión salió al mercado. Desde el primer Electromiógrafo NEURONICA hasta el actual, ha variado la morfología del equipo (tamaño y peso) acorde con el desarrollo de la electrónica y la aparición de las técnicas de montaje superficial. Sin embargo, los bloques funcionales que conforman el equipo se mantienen invariables: módulo de adquisición de señales bioeléctricas, un conjunto de estimuladores, un módulo de interfaz y una computadora donde se ejecutan las aplicaciones.

El módulo de adquisición consta de cuatros canales de amplificación los cuales poseen una amplia gama de ganancias, programables por el especialista, así como un ancho de banda que le permite abarcar el estudio de todas las modalidades de Potenciales Evocados y Electroneuromiografía. Inicialmente, en la Neuronica-2, el ajuste de los parámetros de registro (ganancia, filtro, etc.) se efectuaba de forma manual mediante conmutadores rotatorios. Con el uso de la tecnología del procesamiento digital de señales se incrementó la gama de parámetros ajustables, eliminándose la conmutación manual, y se le pudo ofrecer al usuario la posibilidad de seleccionar desde la aplicación en la computadora la banda de paso necesaria para la adquisición de la señal, de forma más flexible que en la primera versión del electromiógrafo.

En todas las versiones, el equipo ha contado con estimuladores que permiten realizar la estimulación auditiva (chasquidos y tonos), estimulación visual (patrón y espejuelos) y estimulación somatosensorial bilateral, con una amplia flexibilidad en la definición de la forma de onda del estímulo. Además, siempre se ha brindado la posibilidad de utilizar un estimulador de otro fabricante, que puede acoplarse al equipo a través de una entrada de sincronismo externo.

El equipo por sí solo no puede funcionar, necesita estar conectado a una computadora donde se ejecutan los programas que permiten realizar las diferentes pruebas para las que está concebido. La conexión entre el

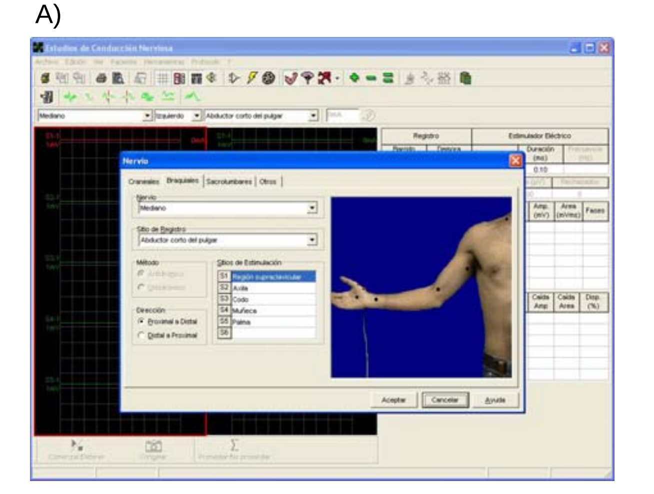
equipo y la computadora se realiza a través de una interfaz que ha ido evolucionando de una versión a otra. En las primeras se realizaba a través de una tarjeta que se conectaba al bus ISA de la computadora. En la última versión, NEURONICA 5, se realiza vía puerto estándar USB, lo cual evidencia que el equipo evoluciona a la par de las técnicas que se utilizan hoy en día.

El equipo cumple con la norma de aislamiento eléctrico IEC601-1-84 Clase I tipo BF, por lo que está preparado para utilizarse en salones de operaciones o salas de terapia. El equipo se distribuye con todos los accesorios necesarios para realizar las técnicas de Electroneuromiografía y Potenciales Evocados, así como con los manuales de usuario y técnico.[7,8]

Los programas que se ejecutan sobre el equipo también se han modernizado teniendo en cuenta los avances en la computación. Inicialmente se desarrollaron en MSDOS, sin una interfaz gráfica apropiada. Luego, aún en el mismo sistema operativo, esta interfaz se mejoró. Hoy en día todas las aplicaciones están desarrolladas sobre WINDOWS y brindan todas las facilidades que este tipo de aplicación ofrece. Por otra parte, se han ido enriqueciendo al brindar métodos matemáticos y estadísticos de gran ayuda para la adquisición e interpretación de las señales.

Dos paquetes de programas se ejecutan con este equipo: *EMG Workplace* y *Sense Witness* para las técnicas de Electroneuromiografía y Potenciales Evocados, respectivamente. Ambos softwares ofrecen facilidades a especialistas y técnicos menos entrenados para proceder en su uso, al disponer de protocolos predefinidos con parámetros estándares según las normas de la Sociedad de Neurofisiología.[9] Además, el paquete *EMG Workplace* cuenta con bases de músculos y nervios, donde se muestra al usuario el proceder para explorar los mismos en las diferentes en las técnicas de Electroneuromiografia. Ambos paquetes permiten el almacenamiento de la información en bases de datos, con la posibilidad de generar reportes para ser impresos. Estas bases de datos pueden transferirse a soportes flexibles y ser procesadas en lugares diferentes al sitio donde se generaron (ver figura 1).[10-13]

A)



B)

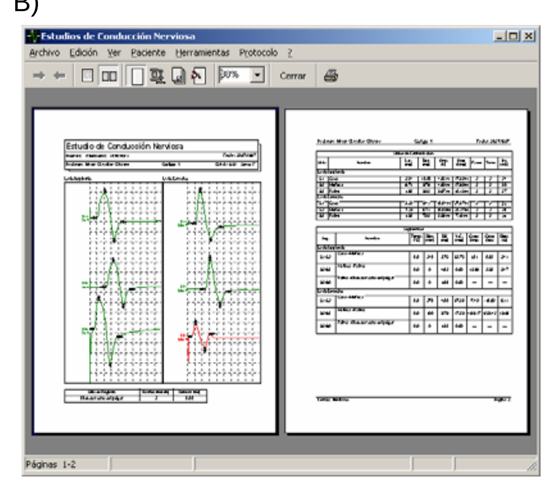



***Fig. 1.*** *Pantallas de trabajo de los softwares del Electromiógrafo NEURONICA. A) Aplicación de Estudios de Conducción Nerviosa, donde se muestra una vista de la ayuda que se le ofrece que ofrece la base de datos de músculos y nervios. B). Vista preliminar del reporte de un estudio para ser impreso.*

**PRESTACIONES**

Entre la gran variedad de exploraciones del aparato neuromuscular que permite realizar el Electromiógrafo NEURONICA están: Electromiografía (EMG), Estudios de Neuroconducción (ECN), así como otras exploraciones especiales entre los que se encuentran la obtención de respuestas tardías por estimulación nerviosa periférica (Onda F y Reflejo H), la Estimulación Nerviosa Repetitiva y Reflejo de Parpadeo (ver figura 2).[12]

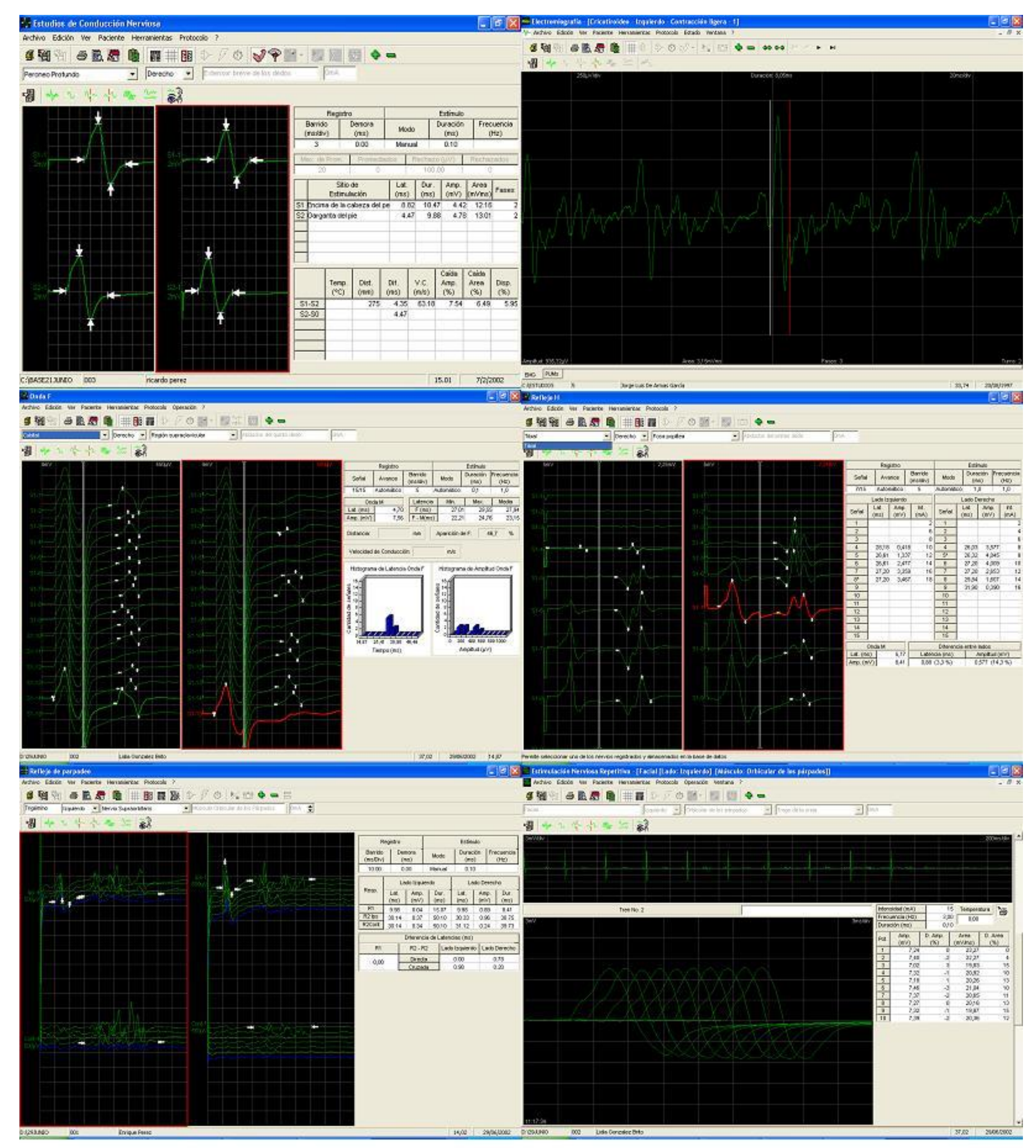


***Fig. 2**. Ilustraciones de las técnicas Electroneuromiográficas que se pueden realizar con programa EMG Workplace.*

Cabe destacar que, de todo este conjunto de técnicas del software *EMG Workplace*, la EMG y los ECN son insustituibles por otros exámenes diagnósticos, de ahí que se les consideren de carácter imprescindible y de gran valor como técnicas diagnósticas complementarias al examen neurológico. Así, el EMG es de obligatoriedad cuando se estudia un paciente en el que se desea distinguir entre un compromiso de tipo neurógeno o miógeno como proceso causal de las manifestaciones neurológicas que presenta. Mientras tanto, los ECN permiten el estudio del estado funcional de los nervios periféricos y con ello perfilar el diagnóstico del paciente dentro de la amplia variedad de neuropatías.[14-16]

Por otra parte, el Electromiógrafo NEURONICA también dispone del software *Sense Witness* para los Potenciales Evocados. Este programa incluye el registro y análisis de los Potenciales Evocados Auditivos (PEA), Visuales (PEV) y los Somatosensoriales (PESS).[11] Estos son los más utilizados dado que resultan de gran interés en la práctica médica, fundamentalmente en la medicina preventiva o el diagnóstico precoz, pues permiten detectar alteraciones desde edades muy tempranas y por tanto, rehabilitar oportunamente a los niños con daños neurológicos. No menos importante es su valor en la detección de alteraciones aún antes de que se pongan de manifiesto los síntomas y signos de las enfermedades, siendo la Esclerosis Múltiple la entidad tipo.[1,15,17,18]

El Electromiógrafo NEURONICA también permite la realización de otros tipos de Potenciales Evocados gracias a la facilidad que ofrece el equipo de poderle acoplar otros estimuladores externos. Así por ejemplo, durante la Neuropatía Epidémica de Cuba se realizaron importantes y muy necesarias investigaciones en estos pacientes a través de la realización de los Potenciales Evocados Motores por estimulación magnética

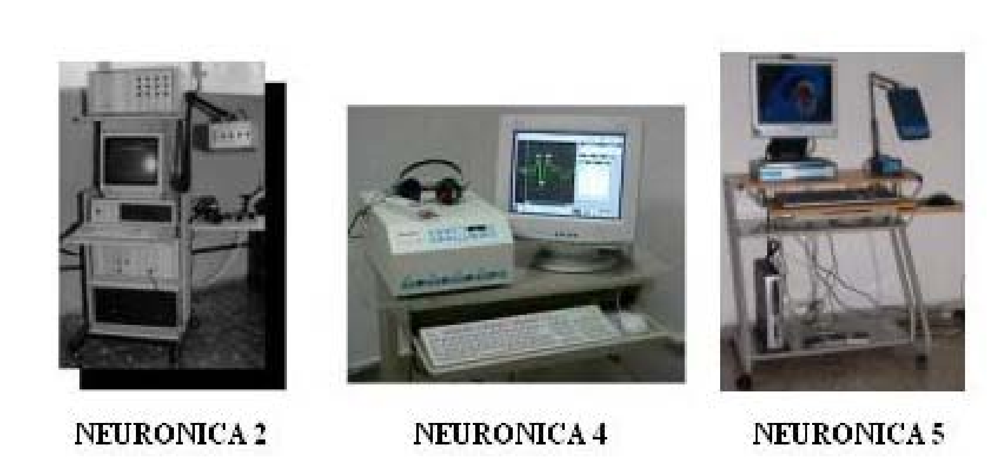
y Potenciales Evocados por estimulación a láser. Estos contribuyeron a evidenciar la asociación de daños en la vía motora asociados a los daños visuales presentes en estos pacientes, a la vez que corroboraron el compromiso de la vía de dolor con parte de las lesiones que caracterizaron la forma neuropatía periférica.[19,20]

Disponer de este electromiógrafo con modernos métodos de adquisición y evaluación de las respuestas electrofisiológicas permite ofrecer prestaciones de salud a un mayor número de personas necesitadas, a la vez que eleva la calidad de los servicios médicos por la estabilidad en el trabajo. Así lo evidencian los resultados de las experiencias clínicas y las investigaciones donde se ha utilizado, las cuales serán consideradas más adelante a través de una reseña de los artículos publicados.

## DISTRIBUCIÓN

El Electromiógrafo NEURONICA es fabricado y distribuido por NEURONIC I.C., firma española registrada para la producción y comercialización de equipos médicos. Hasta la fecha, desde su versión 2 hasta la 5 (ver figura 3) este equipo ha sido introducido en más de 50 laboratorios de Neurofisiología Clínica de diferentes hospitales en Cuba. Al mismo tiempo, también ha sido ampliamente distribuido a servicios de Neurología, Fisiatría y Rehabilitación Física, Ortopedia, etc. en otros países de América Latina, Europa, Asia y África, para uso con fines clínicos o como parte de proyectos de investigación.

A)




B)



***Fig. 3.*** *A) Electromiógrafo NEURONICA. B) Principales regiones del mundo donde ha sido introducido.*

## USO CLÍNICO E INVESTIGACIONES

El verdadero valor de toda creación de un producto, resultado de la investigación y desarrollo de las ciencias, se manifiesta cuando a partir de su culminación dicho producto o herramienta es asimilado por los usuarios, llegando a ser rápidamente extendido su uso y perdurando en el tiempo. Así, considerando el tema que nos ocupa, se puede notar que desde que salió al mercado el Electromiógrafo NEURONICA el mismo se ha empleado por las diferentes disciplinas que se dedican al campo de las técnicas de Electroneuromiografía y Potenciales Evocados.

Resulta extensa la lista de estudios que en la práctica clínica se han obtenido con el Electromiogrófo NEURONICA, teniendo su máxima expresión en investigaciones realizadas para la validación de dicho equipo en sujetos sanos, caracterización de sujetos controles para la obtención de datos normativos,[21-28] así como el estudio de enfermos con diferentes afecciones del SN Central y Periférico.[29-36] En este último caso, dicho equipo se ha empleado en el estudio de pacientes con neuropatías de diferentes etiologías, desde las más comunes como la neuropatía diabética,[37,38] hasta otras menos conocidas, pero no por ello menos frecuente como es la que tiene lugar en pacientes afectados por lepra,[39] y en otras de más difícil diagnóstico como es la Polineuropatía Desmielinizante Inflamatoria Crónica.[40]
En relación al uso del Electromiográfo NEURONICA en proyectos de investigación es de destacar, en primer orden, la detección temprana de pérdidas auditivas en niños con factores de riesgos,[41-43] lo cual constituyó uno de los primeros programas de salud en los que se emplearon las técnicas neurofisiológicas como herramienta diagnóstica principal. Ello fue posible, pues ya para la década de los 80 la NEURONICA 2 había sido ampliamente distribuida por todo el país, en lo que constituye la Red Nacional de Laboratorio de Neurofisología. Otras importantes investigaciones realizadas con este equipo lo constituyen los estudios realizados a trabajadores expuestos a solventes orgánicos en Colombia[44, 45] y la Neuropatía Epidémica de Cuba,[19, 20] por tan solo citar otros dos ejemplos.
Igualmente, resaltan otros difíciles terrenos en donde han sido utilizado el Electromiógrafo NEURONICA: el monitoreo quirúrgico y el trabajo experimental en animales. Esta dificultad está dada por lo complejo y exigente que resulta la adquisición de señales eléctricas en estos medios, los que requieren de equipamiento de alto nivel y precisión técnica. En relación al monitoreo quirúrgico, este equipo fue inicialmente empleado en operaciones de adenomas hipofisarios con PEV. Igualmente, y en mayor escala, se utiliza en el campo de la Ortopedia y la Traumatología con PESS.[46] También, encontramos reportes de estudios realizados en el seguimiento de pacientes en servicios de Traumatología, Postoperatorio y Unidades de Cuidados Intensivos en el estudio y monitoreo de los pacientes en coma, incluyendo el diagnóstico de muerte cerebral. Por último, resulta interesante la utilización de este electromiógrafo en el trabajo experimental en monos, con resultados recientemente publicados.[47]

## CONSIDERACIONES FINALES

En el trabajo se refleja inicialmente el amplio espectro de campos y patologías en los cuales puede ser de utilidad el disponer de un electromiógrafo, y con ello la posibilidad de realizar las técnicas de Electroneuromiografía y Potenciales Evocados, exploraciones tan importantes en la práctica médica. Al centrarnos luego en la información sobre el Electromiográfo NEURONICA, se resalta que:
Desde su creación, en su versión inicial hasta la fecha, el Electromiográfo NEURONICA se desarrolla con tecnología de punta, lo cual lo dota de un sólido hardware, que se demuestra en su utilización en condiciones extremas de trabajo, tal como son los salones de operaciones.
Desde el punto de vista del frente usuario cabe destacar que ofrece facilidades para el trabajo, aún para especialistas y técnicos menos entrenados, al disponer de protocolos predefinidos con parámetros estándares. Así mismo, dispone de bases de músculos y nervios con la información indispensable sobre la anatomía y la fisiología según la técnica de Electroneuromiografía a realizar y de métodos estadísticos que facilitan la detección de las respuestas.
Su amplia distribución en laboratorios de diferentes países del mundo permite disponer de evaluaciones realizadas a una amplia gama de enfermedades, según las regiones de mayor prevalencia, incluso disponer de reportes sobre hallazgos de enfermedades endémicas de ciertas regiones. Además, posibilita la comparación de resultados obtenidos en diferentes laboratorios.
Ha sido extensamente empleado en la exploración del Sistema Nervioso Central y Periférico, así como de los músculos estriados, en sujetos bajo condiciones de salud y de enfermedad, tal como lo reflejan los resultados publicados por sus usuarios aquí citados.

## BIBLIOGRAFÍA


1. Chiappa KH. Evoked Potentials in Clinical Medicine. 3rd. Ed., Lippincott-Raven Publishers, New York, 1-690, 1997.
2. AAEM Quality Assurance Committee: Literature review of the usefulness of nerve conduction studies and electromyography for the evaluation of patients with the carpal tunnel syndrome. **Muscle and Nerve**, **16**, 1392, 1993.
3. Stevens JC. AAEE Minimonograph #26: The electro diagnosis of carpal tunnel syndrome. **Muscle and Nerve**, **20**, 1477, 1997.
4. Nuwer MR. Laboratory tests: evoked potentials. In: Handbook of multiple sclerosis. 3rd. Ed., Stuart D. Cook. Ed. Marcel Dekker AG, 377- 402, 2001.

5. Coutin P. Sensibilidad y especificidad de los Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral en el diagnóstico de las enfermedades neurológicas. Tesis de Candidatura, Instituto de Neurología y Neurocirugía, La Habana, 1989.
6. Liem LK. Intraoperative neurophysiological monitoring. eMedicine.com, Inc., 1-13, 2005.
7. Manual del Usuario EMG Workplace. Versión 1.0, 1997.
8. Manual del Operador Neuronica 4. Versión 2.1, 1997.
9. American Electroencephalographic Society: Guideline nine: guidelines on evoked potential. 1994.
10. De Armas JL, Aznielle T, Suárez A, Hernández R, Charroó L y Reyes O. Software para la exploración electroneuromiográfica con el equipo NEURONICA 4. **Bioingeniería y Física Médica Cubana**, **5**, 4, 2004.
11. Suárez A, De Armas JL, Aznielle T, Charroó L y Hernández R. SenseWitness 3.0: Un nuevo software para potenciales evocados. **Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones**, **XXV**, 62, 2004.
12. Aznielle T, De Armas JL, Suárez A, Hernández R y Charroó L. Sistema para el registro y análisis de la actividad Electroneuromiográfica. Diseño e implementación. **Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones**, **XX**, 45 ,1999.
13. De Armas JL, Aznielle T y Suárez A. Métodos de análisis empleados para la detección del potencial en estudios de conducción nerviosa sensitiva y motora en el sistema EMG Workplace 97. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **30**, 27, 1999.
14. Kimura J. Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscles: Principles and practices, Philadelphia, 501-504, 1989.
15. Binnie CD, Cooper R, Foeler CJ, Mauguiére F, Prior PF. Clinical Neurophysiology: EMG nerve conduction and evoked potentials. 1st. Ed., Butterworth-Heinemam, London, 83-521, 1995.
16. Santos CA. El Abecé de la Electroneuromiografía Clínica. Editorial Ciencias Médicas, 161-195, 2003.
17. Charroó L et al. Potenciales Evocados. Técnicas Neurofisiológicas y aplicaciones Clínicas, Editorial Academia, 1-139, 2001.
18. Coutin P. Potenciales Evocados. Elementos y Aplicaciones Clínicas. Universidad de los Andes, 165-169, 2001.
19. Almiral P et al. Neuropatía Epidémica en Cuba, Editorial Ciencias Médicas, La Habana, 47-64, 1995.
20. Charroó L, Lorenzo R., Reauge B, Campos J, Horsford R, Charroó O, Prevost E. Evaluación electrofisiológica de un grupo de pacientes con Neuropatía Epidémica Óptica después del tratamiento. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **28**, 51, 1997.
21. Gaya J, González J, Charroó L y Castro M. Caracterización electrofisiológica de los PEV a diodos. Utilidad en el paciente pediátrico. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **28**, 141, 1997.
22. Montes J. Potenciales evocados visuales en recién nacidos a término. **Revista Cubana de Pediatría**, **71**, 1999.
23. Hernández R, Brown M, Charroó L y Hernández A. Influencias del sexo, la edad y algunas variables antropométricas en los parámetros de los estudios de conducción nerviosa periférica. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **30**, 29, 1999.
24. Fernández A, Hernández BA, González JL, Charroó LE, Hernández R, Carbonell A y Martínez A. Estudio de conducción nerviosa periférica del nervio mediano en un grupo de adultos sanos. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **30**, 36, 1999.
25. Fernández A, Hernández BA, González JL, Charroó LE, Hernández R, Carbonell A y Martínez A. Estudio de conducción nerviosa periférica del nervio peroneo profundo en un grupo de adultos sanos. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **30**, 34, 1999.
26. Cruz E, Charroó L, Hernández R, Fernández A, Hernández A., Suárez A. y De Armas JL. EMG Workplace. Nuevo software para explorar el Reflejo de Parpadeo. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **33**, 123, 2002.
27. Hernández B y cols. Comparación entre la estimulación ortodrómica y antidrómica del nervio sural. **Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas**, **23**, 12, 2004.
28. Hernández R. Caracterización Electromiógrafica en sujetos sanos mediante el método de análisis de TURNS. **Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas**, **18**, 215, 1999.
29. Charroó L, Lorenzo R, Horsford R, Beauge B, Olivares B y Pérez O. Estudio electrofisiológico en una muestra de pacientes diabéticos sin alteraciones clínicas manifiestas de daño visual. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **28**, 46, 1997.
30. Charroó L, Beauge B, Lorenzo R, Elías-Calles B, Charroó O y Matos O. Efecto de la ozonoterapia sobre el PEV y el ERG de pacientes con retinopatía diabética. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **28**, 53,1997.
31. Lorenzo R, Pérez MC, Charroó L. Alteraciones en los Potenciales Evocados multimodales en niños afectados por MEV. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **28**, 88, 1997.
32. Charroó L, Lorenzo R, Charroó O, Horsford R, López V, Hernández R. y Ruíz W. Comportamiento de los resultados neurofisiológicos de pacientes con afecciones del Sistema Nervioso Periférico en la provincia Guantánamo durante 1995. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **28**, 143, 1997.

33. Charroó L, Lorenzo R, Charroó O, Horsford R, Durán N y Caboverde R. Polineuropatías. Caracterización electrofisiológica. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **28**, 154, 1997.
34. Charroó L, Díaz C, Hernández R, Gutiérrez J, Cruz E, Álvarez A y Aznielle T. Caracterización electrofisiológica de Reflejo H en pacientes con Distrofía Muscular Progresiva tipo Duchenne. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **33**, 87, 2002.
35. Blanco CL. Estudio electromiográfico en pacientes con síndrome maloclusivo calse II, división 1, tratatados con el activador abierto elástico de Klammt. **Revista Cubana de Ortopedia**, **14**, 94, 1999.
36. Gutiérrez J, Cabrera E y Estrada R. Perfil Electrofisiológico de la Polirradiculoneuropatía crónica desmielinizante. Experiencia en el INN. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **28**, 141, 1997.
37. Rodríguez E, Charroó L, Morais M, Romero J, Hernández R, Galán L, Calzada A y Portela L. Caracterización electrofisiológica de un grupo de pacientes diabéticos tipo I del centro de atención al diabético. I. Comportamiento de los estudios de conducción nerviosa periférica **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **30**, 1, 1999.
38. Rodríguez E, Charroó L, Hernández R, Figueredo P, Galán L, Romero J y Montes T. Caracterización electrofisiológica de un grupo de pacientes diabéticos tipo I del centro de atención al diabético. II. Comportamiento de los estudios del suelo pélvico. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **30**, 3, 1999.
39. Charroó L and et al. Nerve Conduction studies assessigng periperal nerve dysfuntion in leprosy patients. **Clinical Neuropysiology**, **112**, 63, 2001.
40. Hernández B and et al. Alteration of the electropysiological studies in a group of patients with Chronic Inflammatory Demyelinating Polyneuropathy. **Clinical Neuropysiology**, **112**, 40, 2001.
41. Pérez Abalo MC, Valdés M, Bobes M, Perera M y Sánchez M. Caracterización de los Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral en lactantes cubanos. **Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas**, **5**, 419, 1986.
42. Pérez M, Rodríguez C, Ponce de León M, Viera C, Aguiar M y Eimil E. Pesquisaje auditivo en niños egresados de unidades de cuidados intensivos pediátricos. Estudios Avanzados de Neurociencias. Supp. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, 60, 1997.
43. Charroó L, Lorenzo R, Horsford R, Charroó O, Guevara A y Díaz D. PEATC en la detección de pérdidas auditivas y factores de riesgo en la provincia Guantánamo. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, **28**, 85, 1997.
44. Mayor J, Saíz J, Eimil E, Palomino A, Charroó L, Hernández R, Del Castillo N. et al. Efectos sobre el sistema nervioso de la exposición potencial a solventes orgánicos, Editorial Gente Nueva, Instituto de Seguros Social, Facultad Nacional de Salud Pública-Universidad de Antioquia, 15, 1998.
45. Del Castillo N, Mayor J, Torres A, Charroó L, Cabal R, Galán L et al. Estudio del SN por exposición a plaguicidas y sus solventes en floricultoras de Cundinamarca, Editorial Gente Nueva, Instituto de Seguros Social, Universidad Nacional de Colombia, 13, 1998.
46. Álvarez R. Utilidad del monitoreo intraoperatorio con potenciales evocados somatosensoriales de columna vertebral. **Rev. Cubana Med. Mil.**, **33**, 3, 2004.
47. Arteaga-Pérez M. y cols. Multiple dose toxicity study of the humanizad anti-epidermal growth factor receptor monoclonal antibody h-R3 intravenously administered to Cercopithecus aethiops sabaeus monkeys. **Human & Experimental Toxicology**, **23**, 219, 2004.